



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06344087 A**(43) Date of publication of application: **20.12.94**

(51) Int. Cl.

**B22D 11/06**  
**B24C 1/00**
(21) Application number: **05135973**(22) Date of filing: **07.06.93**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**
(72) Inventor:  
**MIZUCHI ISAO**  
**TANAKA SHIGENORI**  
**FUKUDA YOSHIMORI**  
**ARAI TAKASHI**
**(54) METHOD FOR MACHINING COOLING ROLL FOR**  
**TWIN ROLL TYPE CONTINUOUS CASTING**  
**APPARATUS**

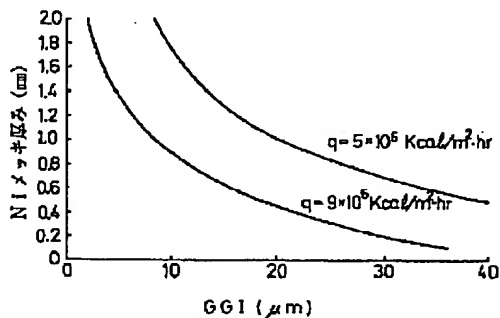
metal and insoluble gas to the molten metal.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To prevent uneven brightness and micro-cracks being surface defects in a thin sheet product at the same time by obtaining the necessary slow cooling effect for the optimum cavity corresponding to the plating thickness on the peripheral surface of a cooling roll.

**CONSTITUTION:** At the time of forming the cavities on the peripheral surface of the cooling roll, a gas gap index(GGI) is defined as the index evaluating the slow cooling effect of the cavities and the optimum GGI corresponding to the plating thickness on the peripheral surface of the cooling roll is selected, and the cavities are worked on the peripheral surface of the cooling roll. In the case of working the cavities by shot blasting worked in a low cost, the working condition is changed corresponding to the plating hardness on the peripheral surface of the cooling roll. Further, in the continuous casting using these cooling rolls, the casting is executed in non-oxidizing atmosphere of mixed gas of soluble gas to the molten



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-344087

(43)公開日 平成6年(1994)12月20日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 2 D 11/06

B 2 4 C 1/00

識別記号

3 3 0 B

庁内整理番号

7362-4E

F I

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-135973

(22)出願日 平成5年(1993)6月7日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 水地 功

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵

株式会社光製鐵所内

(72)発明者 田中 重典

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵

株式会社光製鐵所内

(72)発明者 福田 義盛

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

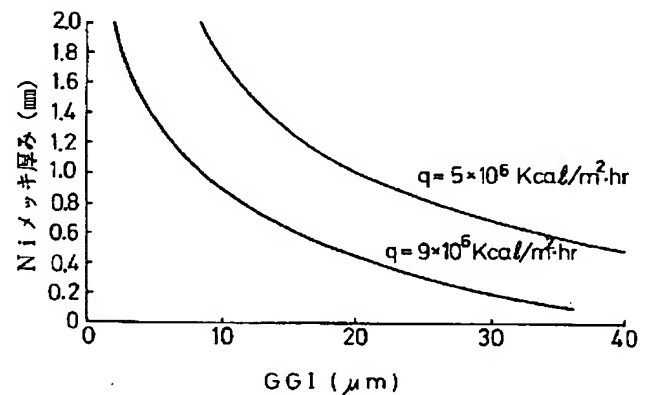
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 双ドラム式連続铸造装置用冷却ドラムの加工方法

(57)【要約】

【目的】 双ドラム式連続铸造機の冷却ドラムの周面構造に関し、冷却ドラム周面のメッキ厚みに対応して、最適な窪みとして必要な緩冷却効果を得て、薄板製品の表面欠陥である光沢むらとマイクロクラックを同時に防止する。

【構成】 冷却ドラム周面に窪みを形成する際に、窪みによる緩冷却効果を評価する指標としてガスギャップインデックス (G G I) を定義し、冷却ドラム周面のメッキ厚みに対応して、最適な G G I を選択し、その窪みを冷却ドラム周面に加工する。低コストで加工できるショットブラスト加工で窪みを加工する場合には、冷却ドラム周面のメッキ硬度に対応して、加工条件を変更する。さらに、この冷却ドラムを使用した連続铸造において、溶湯に可溶なガスあるいは、溶湯に可溶なガスと溶湯に非可溶なガスとの混合ガスの非酸化性雰囲気下で铸造することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 双ドラム式連続铸造装置用の冷却ドラム周面に多数の窪みを形成する際に、前記冷却ドラム周面のメッキ層の厚みに対応して、下記の(1)式で定義されるガスギャップインデックスの値を決定し、そのガス\*

$$GGI = V_g / A_c = (V_d - V_m) / A_c \dots\dots\dots (1)$$

ここで

GGI：ガスギャップインデックスの値

$V_g$ ：ドラム周面の窪みで形成されるガスギャップの体積

$V_d$ ：ドラム周面の窪みの体積

$V_m$ ：ドラム周面の窪みに浸入する溶鋼の体積

$A_c$ ：冷却ドラム周面の体積

【請求項2】 前記冷却ドラム周面の窪みをショットブラスト加工によって形成する際に、前記ガスギャップインデックスの値および冷却ドラム周面のメッキ層の硬度に対応して、ショット粒のサイズ・硬度・投射速度（投射圧力）などの加工条件を決定してショットブラスト加工することを特徴とする請求項1記載の双ドラム式連続铸造装置用冷却ドラムの加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は双ドラム方式等の同期式連続铸造法に関し、特に前記铸造法で使用される冷却ドラムの周面の加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ホットストリップと同等かあるいはそれに近い厚さの鋳片を連続铸造によって製造する同期式連続铸造プロセスとして、たとえば双ドラム方式の連続铸造装置は、図1に示すように軸を水平にし、互いに接近して平行に設置され、且つ逆方向に回転する一対の冷却ドラム2、2の両端面にサイド堰7、7（手前側は図示せず）が圧着されて構成されている。これら冷却ドラム2、2とサイド堰7とで形成された湯溜まり部3にタンディッシュ1から溶湯を注入することにより、溶湯は冷却ドラム2、2との接触部で凝固シェルを形成し、該凝固シェルはキッシングポイント4で圧着されて薄肉鋳片5を形成する。薄肉鋳片5の板厚は1～7mm程度と薄いため、凝固シェルの形成状態によっては、その表面性状が著しく影響を受け、凝固シェル厚の不均一などにより鋳片表面に割れなどの欠陥が生じることがある。

【0003】 前記問題点を解決するために、冷却ドラム周面に多数の窪みを設けることが特開昭60-184449号公報に開示されている。この窪みによって冷却ドラムと凝固シェルとの間にガスギャップを形成し、このガスギャップが断熱層となって冷却ドラムの放熱量を小さくして溶湯の緩慢な冷却を行うことによって、凝固シェル厚を板幅方向で均一にしようとするものである。

【0004】 更に、薄肉鋳片の表面割れを効率的に防止する方法として、前記冷却ドラム周面における窪みの形

\* ギャップインデックスの値を持つ窪みを前記冷却ドラム周面に形成することによって前記冷却ドラムの熱流束を所定の値に調整することを特徴とする双ドラム式連続铸造装置用冷却ドラムの加工方法。

状や窪みの大きさまたは窪みの分布などを規定した技術が特開平1-83340号公報、特開平1-83342号公報および、特開平3-110044号公報などに開示されており、また特願平4-646661号公報によって出願されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の前記技術は、いずれも冷却ドラムの全周面に設ける窪みの操作変数として、窪みの直径・深さ・面積率などを決定し、決定した各条件の窪みを1または2種類設けることにより鋳片の表面割れを防止している。しかしながら、冷却ドラム周面のメッキ厚みが増加すると同一形状の窪みを設けても、割れなどの欠陥が発生する場合と発生しない場合がある。また、窪みをショットブラスト加工で加工する場合には、冷却ドラム周面のメッキ硬度の違いにより同一の条件で加工しても同一条件の窪みが加工できず、割れなどの欠陥が発生する場合と発生しない場合がある。

【0006】 本発明は、前記薄肉鋳片の欠陥である表面割れおよび鋳片の組織むら、および組織むらに起因する冷延後薄板製品表面のマクロ光沢むらを防止可能な冷却ドラムを、冷却ドラム周面のメッキの厚みや硬度などに影響されずに提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記目的を達成するために、冷却ドラム周面に特定の窪みを設けることを特徴とするもので、その具体的構成は下記の2点を特徴とするものである。

(1) 冷却ドラム周面に加工された窪みの緩冷却効果を評価する指標として、窪みによって形成されるガスギャップ量を定量化した値として、ガスギャップインデックス(GGI)を導入する。冷却ドラム周面の窪みによる緩冷却効果の大きさは、窪み内に形成されるガスギャップの大きさによって決まる。このガスギャップの大きさを、冷却ドラム周面上に均一な厚みのガスギャップ層を形成した時の体積として置き換え、この時のガスギャップ層の厚みをGGIとして定義する。すなわち、冷却ドラムのガスギャップの大きさはGGIの値と冷却ドラム周面の面積の積として与えられる。冷却ドラム周面のメッキ厚みに対応して、鋳片と冷却ドラム間の熱伝達率は変化するため、メッキ厚みに対応してGGIの値を決定し、そのGGIの値を持つ窪みを冷却ドラム周面に形成することによって冷却ドラムの熱流束を所定の値に調整する。

【0008】 (2) 窪みをショットブラスト加工で加工

する場合は、冷却ドラム周囲のメッキ硬度に対応して、上記(1)で決定したGGIの値になるように、ショット粒のサイズ、硬度、投射速度(投射圧力)等の加工条件を決定する。

#### 【0009】

【作用】本発明者らは、冷却ドラム周囲のメッキ厚み、冷却ドラム周囲に加工した窪みの操作変数〔直径、深さ、断面形状(肩部角度)、面積率〕および冷却ドラムの熱流束と、鋳片の表面性状および冷延後薄板製品の表面性状との関係を種々研究した結果、以下の知見を得た。

① 図2に冷却ドラムの熱流束と鋳片表面割れ発生量(図2のA)および鋳片の組織むら発生部の面積率(図2のB)の関係を示す。鋳片の表面割れを防止するためには、冷却ドラムの熱流束を限界の値以下にすることが必要である。また、冷延後薄板製品表面のマクロ光沢むらの起因となる鋳片の組織むらを防止するためには、冷却ドラムの熱流束を限界の値以下にすることが必要である。これより、鋳片の表面割れ、および鋳片の組織むらに起因する冷延後薄板製品表面のマクロ光沢むらを共に防止するためには、冷却ドラムの熱流束を上記2つの条件を満たす所定の値にすることが必要である。図2のBの実施例から、鋳片の表面割れを防止するための熱流束の限界値は $9.3 \times 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}$ である。図2のBの実施例から鋳片の組織むらを防止するための熱流束の限界値は $9.0 \times 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}$ である。これより、鋳片の表面割れ、および鋳片の組織むらに起因する冷延後薄板製品表面のマクロ光沢むらを共に防止するためには、冷却ドラムの熱流束を $9.0 \times 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}$ 以\*

$$GGI = V_g / A_c = (V_d - V_m) / A_c \dots\dots\dots (1)$$

【0011】ここで、窪み1個の体積 $V_d$ および $V_m$ の窪み1個に浸入する溶鋼体積 $V_m$ は、たとえば、窪みをショットブラスト法で加工し、冷却ドラム周囲はNiメッキで、 $N_2$ 雰囲気下または $N_2$ とArの混合ガス雰囲気下で鑄造した場合、図4(C)に示すように、

$\theta_1$  : 冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度

\*下にすることが必要である。図3にGGIの値とNiメッキ厚みと冷却ドラムの熱流束との関係を示す。この関係は、メッキ材質にNiを用いた場合の例でメッキ材質によりこの関係は変化する。冷却ドラムの熱流束を $9 \times 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}$ 以下にするためには、図3に示すように冷却ドラムの熱流束が上記値になるようにGGIの値を冷却ドラム周囲のメッキ厚みとの関係において決定する必要がある。

② さらに、窪みをショットブラストで加工する場合に、適切なGGIの値を得るためには冷却ドラム周囲のメッキ硬度に対応して、ショット粒のサイズ、硬度、投射速度(投射圧力)等の加工条件を決定する必要がある。

【0010】図4に冷却ドラム周囲の窪み部の断面形状を模式的に示す。図4(A)の窪み9の体積は $V_d$ で評価でき、図4(B)の窪み9の一個に浸入する溶鋼Mの体積は $V_m$ で評価できる。冷却ドラム周囲の面積を $A_c$ とし、面積 $A_c$ 中の窪みのある表面積を $A_d$ とすると、窪みの面積率は $\alpha = A_d / A_c$ で評価できる。したがって、図4(C)に示す窪み9の一個で形成されるガスギャップ体積 $V_{g0}$ は $V_d - V_m$ であるから、窪み内に形成されるガスギャップの大きさを、冷却ドラム周囲上に均一な厚みのガスギャップ層を形成した時の体積として置き換え、この時のガスギャップ層の厚みGGIは(1)式によって求められる。このGGIが窪みによる緩冷却効果を評価する指標となる。したがって、このGGIを用いることによって、窪みの緩冷却効果の大きさを一律に評価することが可能となる。

$\theta_2$  : 窪み側面と溶鋼との接触角度

d : 窪み直径

h : 窪み深さ

とすると、下記(2)、(3)式で示される。

#### 【0012】

【数1】

$$V_{d0} = \frac{\pi h}{3} \left\{ \left( \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d}{2} \left( \frac{d}{2} - h \tan \theta_2 \right) + \left( \frac{d}{2} - h \tan \theta_2 \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{m0} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{d}{2} \right)^3 \times \left\{ \frac{1}{\cos(\theta_1 + \theta_2)} - \sqrt{\left( \frac{1}{\cos(\theta_1 + \theta_2)} \right)^2 - 1} \right\}^2 \times \left\{ \frac{2}{\cos(\theta_1 + \theta_2)} - \sqrt{\left( \frac{1}{\cos(\theta_1 + \theta_2)} \right)^2 - 1} \right\}^2 \dots\dots\dots (3)$$

【0013】また、 $\theta_1$  は窪みの加工方法によってほぼ規定され、 $\theta_2$  は冷却ドラム周面のメッキ材質と铸造する金属材料とによってほぼ規定される。たとえば、窪みをショットブラストで加工し、メッキ材質としてNiを使用し、SUS304を铸造する場合には、 $\theta_1 = 67^\circ$  \*

\* $^\circ$ 、 $\theta_2 = 7^\circ$  と近似できる。すなわち $V_{d0}$ は $d$ および $h$ 、 $V_{m0}$ は $h$ の関数として規定することができる。また、ドラム周面全体における $V_d$ 、 $V_m$ はそれぞれ $V_{d0}$ 、 $V_{m0}$ の総和であることにより、

$$GGI = V_g / A_c = (V_d + V_m) / A_c \dots\dots\dots (1)$$

は窪み直径 $d$ 、窪み深さ $h$ 、窪み面積率 $\alpha$ の関数として示すことが可能となる。

【0014】図3にメッキ材質としてNiを使用し、N<sub>2</sub>雰囲気またはN<sub>2</sub>とArの混合ガス雰囲気で铸造した場合のNiメッキ厚みとGGIおよび熱流束 $q$ の関係を示す。図2に示した実施例においては、鑄片表面割れ防止および鑄片の組織むらに起因する冷延後薄板製品のマクロ光沢むら防止のためには熱流束 $q$ を $9 \times 10^6$  Kcal/m<sup>2</sup>hr以下にすることが必要であり、熱流束 $q$ を $9 \times 10^6$  Kcal/m<sup>2</sup>hr以下にするためには、図3に示すようにNiメッキ厚みに対応してGGIを決定することが必要である。たとえば、Niメッキ厚みが1.0mmの場合はGGI $\geq 8 \mu\text{m}$ 、Niメッキ厚みが0.5mmの場合は、GGI $\geq 19 \mu\text{m}$ となるような窪みを冷却ドラム周面に加工すれば、熱流束 $q$ を $9 \times 10^6$  Kcal/m<sup>2</sup>hr以下にすることができ、鑄片表面割れおよび鑄片の組織むらに起因する冷延後薄板製品のマクロ光沢むらは防止できる。なお、Niメッキ厚みは超音波探傷などの非破壊検査法で測定し、その測定結果に基づいてGGIを決定することが可能となる。

【0015】ここで、熱流束を $9 \times 10^6$  Kcal/m<sup>2</sup>hr以下にすれば、割れは防止できるが、極端に熱流束を下げると凝固が遅くなりすぎて同一板厚の鑄片を得るための铸造速度が遅くなり、生産性が下がるため実用的でない。このため、熱流束を $5 \sim 9 \times 10^6$  Kcal/m<sup>2</sup>hrに制御することが実用的である。つまり、GGIを必要以上に大きくすることは生産性の点から実用的でない。これにより、たとえばNiメッキ厚みが1.0mmの場合はGGI $= 8 \sim 20 \mu\text{m}$ 、Niメッキ厚みが0.5mmの場合は、GGI $= 19 \sim 40 \mu\text{m}$ とすることが実的に望ましい範囲である。

【0016】次に請求項2に沿う冷却ドラムの加工方法は、窪みをショットブラストで加工する場合、同一条件の加工では冷却ドラム周面のメッキ硬度が大きくなると、加工される窪みが小さくなるのでGGIが小さくなってしまふ。狙った範囲内のGGIをもつ窪みを加工するためには、冷却ドラム周面のメッキ硬度に対応して、ショット粒のサイズ・硬度・投射速度（投射圧力）等の加工条件を決定する必要がある。

【0017】次に本発明によって加工された冷却ドラム

を用いた双ドラム式連続鑄造法の例を示すと、図1に示した鑄造装置を用い、鑄造雰囲気として溶湯に可溶なガス（たとえばN<sub>2</sub>ガス）あるいは、溶湯に可溶なガスと溶湯に非可溶なガス（たとえばArガス）との混合ガスの雰囲気下で鑄造する。これによって、溶湯（鑄片）の凝固を冷却ドラムの窪みの周縁部から開始させることができるので、凝固が鑄片幅方向で均一になるため、凝固不均一による割れが発生しない。鑄造雰囲気が混合ガスの場合、溶湯に可溶なガスの割合は20%以上である。鑄造雰囲気が大気では、図1に示す湯溜まり部3の表面が酸化し、その酸化物が鑄片に巻き込まれて割れが発生する。また、鑄造雰囲気が溶湯に非可溶なガス、あるいは溶湯に可溶なガスと溶湯に非可溶なガスとの混合ガス\*

\*で溶湯に可溶なガスが20%未満の場合は、窪み内のガスの熱膨張によって冷却ドラムの窪みの周縁部の溶湯（鑄片）が冷却ドラム周面から離されるため、窪みの周縁部から凝固を開始させ、且つこの凝固を鑄片幅方向で均一にするという凝固開始点の制御ができず、割れを完全には防止できない。

【0018】

【実施例】表1に示す成分からなるオーステナイト系ステンレス鋼を図1に示す双ドラム式連続鑄造機により板厚3mmの帯状薄肉鑄片5に鑄造した。

【0019】

【表1】

溶 鋼 成 分 (wt%)							
C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N
0.029	0.44	0.85	8.20	18.0	0.01	0.01	0.023
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
0.063	0.62	1.10	9.36	18.6	0.31	0.37	0.042

【0020】

【表2】

No	Niメッキ		GGI 必要 条件		ショットブラスト加工条件				加工した窪み条件				熱流束 ( $\times 10^6$ kcal/ m <sup>2</sup> hr)	窒素雰囲気	腐食面 割れ 発生	腐食 組織 むら	冷延 後 光 沢 むら	区分
	厚み (mm)	硬度 (Hv)	( $\mu$ n)	呼び	サイズ	径 (mm)	硬度 (Hv)	投射圧力 (kg/ cm <sup>2</sup> )	加工 面粗率 (%)	平均 直径 (mm)	平均 径さ ( $\mu$ n)	GGI ( $\mu$ n)						
1	2.0	100	8~20		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.60	50	13	8.7	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	本発明例
2	2.0	200	8~20		120	1.1~1.5	900	6.0	50	0.60	50	13	8.7	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	本発明例
3	2.0	200	8~20		170	1.5~2.0	420	7.0	50	0.80	73	20	8.8	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	本発明例
4	2.0	200	8~20		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.40	30	6*	9.5*	N <sub>2</sub>	有り	有り	有り	比較例
5	0.5	100	19~40		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.60	50	13*	9.8*	N <sub>2</sub>	有り	有り	有り	比較例
6	0.5	100	19~40		170	1.5~2.0	420	7.0	60	0.85	85	29	8.7	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	本発明例
7	0.5	200	19~40		120	1.1~1.5	900	6.0	50	0.60	50	13*	9.8*	N <sub>2</sub>	有り	有り	有り	比較例
8	0.5	200	19~40		170	1.5~2.0	900	6.0	50	0.80	73	20	8.5	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	本発明例
9	2.0	100	8~20		170	1.5~2.0	900	6.0	50	0.85	85	24*	4.5*	N <sub>2</sub>	無し	無し	無し	比較例
10	2.0	100	8~20		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.60	50	13	8.7	N <sub>2</sub> +Ar**	無し	無し	無し	本発明例
11	2.0	100	8~20		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.60	50	13	8.5	Ar*	有り	有り	有り	比較例
12	2.0	100	8~20		120	1.1~1.5	420	6.0	50	0.60	50	13	8.6	大気*	有り	有り	有り	比較例

\*) 本発明の条件を外れたもの

\*\*) 混合ガス比はN<sub>2</sub>:Ar=1:1の永年

【0021】上記鍍片5を製造するに際し、幅800mm、直径1200mmの冷却ドラム2、2の周面を表2の条件で窪みを加工した。なお、冷却ドラム周面のメッキ材質はNi、窪みの加工はショットブラスト加工法を用いた。また、図5(A)に冷却ドラム周面に加工した窪みの断面を示す。また、図5(B)に窪み一個を拡大したものを示す。なおこの例は実施例 No. 3の条件の窪みを示したものであり、冷却ドラム周面からレプリカを採取し、そのレプリカをもとに2次元の粗さ計で測定した

ものである。

【0022】得られた鍍片の結果は下記の通りであった。

No. 1の場合：必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できており、鍍片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。  
No. 2の場合：No. 1に比較して、Niメッキ硬度が大きいため、硬度の大きいショット粒を使用することにより、必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面

に加工できており、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。

No. 3の場合：No. 1に比較して、Niメッキ硬度が大きいので、粒径の大きいショット粒を使用し、投射圧力を大きくすることにより、必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できており、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。

No. 4の場合：No. 1に比較して、Niメッキ硬度が大きいにもかかわらず、No. 1と同一条件のドラム表面加工のためGGIが不足し、熱流束が大きくなり、鑄片に割れ・組織むらとともに発生し冷延後製品表面品質は不良。

No. 5の場合：No. 1に比較して、Niメッキ厚みが薄いにもかかわらず、No. 1と同一条件のドラム表面加工のためGGIが不足し、熱流束が大きくなり、鑄片に割れ・組織むらとともに発生し冷延後製品表面品質は不良。

No. 6の場合：No. 1に比較して、Niメッキ厚みが薄いため、粒径の大きいショット粒を使用し、投射圧力と加工面積率を大きくすることにより、必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できており、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。

No. 7の場合：No. 1に比較して、Niメッキ厚みが薄く、Niメッキ硬度が大きいにもかかわらず、メッキ硬度のみを考慮したNo. 2と同一条件のドラム表面加工のためGGIが不足し、熱流束が大きくなり、鑄片に割れ・組織むらとともに発生し冷延後製品表面品質は不良。

No. 8の場合：No. 1に比較して、Niメッキ厚みが薄く、Niメッキ硬度が大きいので、粒径、硬度の大きいショット粒を使用することにより、必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できており、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。

No. 9の場合：Niメッキ厚み、硬度共にNo. 1と同一であるにもかかわらず、粒径、硬度の大きいショット粒を使用しているため、必要以上に大きいGGIとなり、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好であるが熱流束が小さくなりすぎている。このため、生産性が悪くなり、実用的でない。

No. 10の場合：必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できており、鑄片に割れ・組織むらはなく、冷延後製品にも光沢むらも無く表面品質は良好。

No. 11の場合：必要条件を満足するGGIを持つ窪みがドラム表面に加工できているが、鑄造雰囲気、Arガスのため鑄片に凸転写がなく、凝固開始点制御が不可能なため鑄片に割れ・組織むらとともに発生し、冷延後製品表面品質は不良。

No. 12の場合：必要条件を満足するGGIを持つ窪み

がドラム表面に加工できているが、図1に示す湯溜まり部3の表面が酸化されて、鑄片表面に酸化物の巻き込みに起因した割れ・組織むらとともに発生し、冷延後製品表面品質は不良。

【0023】上記実施例は、オーステナイト系ステンレス鋼をNiメッキドラムを用いて鑄造した例であるが、本発明は、鑄造鋼種・冷却ドラム周囲のメッキ材質によらず適用可能である。また、窪みの加工法はショットブラストに限らず、フォトエッチング加工、レーザー加工等が適用可能である。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、連続鑄造した薄肉鑄片を冷間圧延して薄板製品を製造するに際し、該薄板製品のもっとも大きい表面欠陥である表面割れおよび冷間圧延後に残存する光沢むらを同時に防止するにあたり、冷却ドラムの周囲に設ける窪みの必要条件を、冷却ドラムの熱流束およびメッキ厚みによって一律に決定することができる。このため、メッキ厚みの変動による窪みの効果の変動を防止することができる。また、ショットブラスト加工で窪みの加工を行う場合には、メッキ表面の硬度により加工条件を選択することにより、生産性を阻害せずに割れの発生しない、最適な窪み加工を可能としたものであるから、その工業的効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の冷却ドラムを組み込んだ双ドラム式の連続鑄造機を示す概略正面図である。

【図2】冷却ドラムの熱流束と鑄片の割れ発生および組織むら発生の関係図である。

【図3】熱流束の違いによるNiメッキ厚みとGGIおよび冷却ドラムの関係図である。

【図4】冷却ドラムの周囲に加工した窪みおよび鑄片凸転写の断面形状模式図である。

【図5】冷却ドラムの周囲に加工した窪みの代表的な断面図である。

【符号の説明】

1…タンディッシュ

2…冷却ドラム

3…湯溜まり部

4…キッシングポイント

5…薄肉鑄片

6…ピンチロール

7…サイド堰

8…冷却ドラム周囲

9…窪み

10…鑄片表面

d…窪み直径

h…窪み深さ

$\theta_1$ …冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度

$\theta_2$ …溶鋼表面（鑄片凸転写部）と窪みの側面との接触



角度

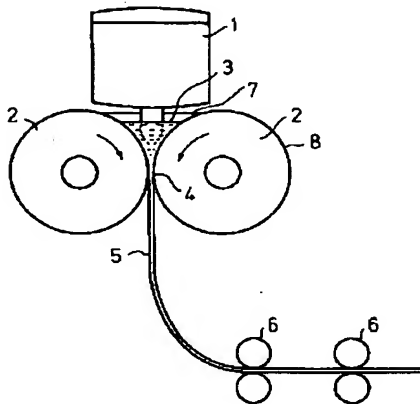
t … 窪みの側面

s … 冷却ドラム接線に対し垂直な線

M … 溶鋼

 $V_{d0}$  … 窪み1個で形成される平均ガスギャップ体積 $V_{g0}$  … 窪み1個の体積 $V_{m0}$  … 窪み1個に浸入する溶鋼の体積

【図1】

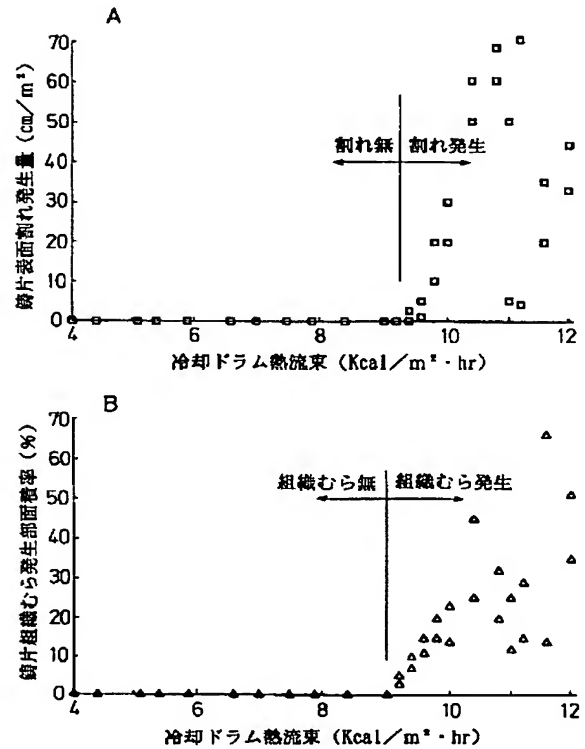


- 1 … タンディッシュ  
2 … 冷却ドラム  
3 … 湯溜り部  
4 … キッキングポイント  
5 … 薄肉鋼片  
6 … ピンチロール  
7 … サイド堰  
8 … 冷却ドラムの周面

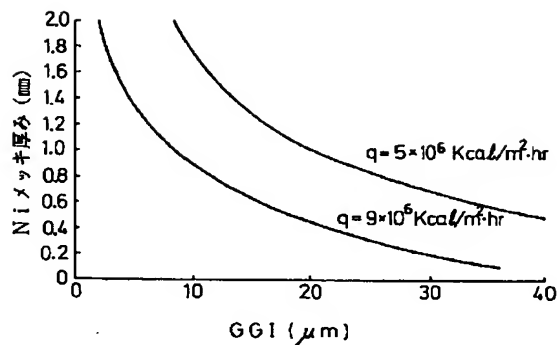
GGI … ガスギャップインデックスの値

 $V_g$  … ドラム周面の窪みで形成されるガスギャップの体積 $V_d$  … ドラム周面の窪みの体積 $V_m$  … ドラム周面の窪みに浸入する溶鋼の体積 $A_c$  … 冷却ドラム周面の面積

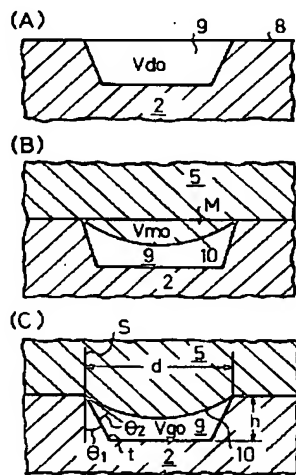
【図2】



【図3】

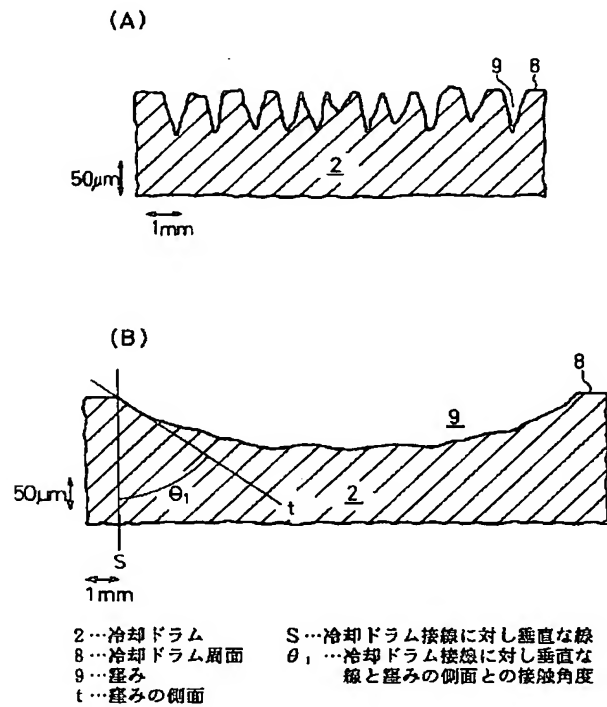


【図4】



- 2…冷却ドラム  
5…溶肉鋸片  
8…冷却ドラム周面  
9…腔み  
d…腔みの直径  
h…腔みの深さ  
M…溶肉  
t…腔みの側面
- $V_{do}$ …腔み1個で形成される  
ガスギャップ体積  
 $V_{g0}$ …腔み1個の体積  
 $V_{mo}$ …腔み1個に侵入する溶肉体積  
 $\theta_1$ …冷却ドラム接線に対して垂直  
な線と腔み側面とのなす角度  
 $\theta_2$ …溶肉表面（鋸片凸部）と  
腔みの側面との接触角度

【図5】



- 2…冷却ドラム  
8…冷却ドラム周面  
9…腔み  
t…腔みの側面
- S…冷却ドラム接線に対し垂直な線  
 $\theta_1$ …冷却ドラム接線に対し垂直な  
線と腔みの側面との接触角度

フロントページの続き

(72)発明者 新井 貴士  
山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内